

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001195777 A

(43) Date of publication of application: 19.07.01

(51) Int. Cl

G11B 7/24
G11B 7/004
G11B 7/125

(21) Application number: 2000268877

(22) Date of filing: 05.09.00

(30) Priority: 25.10.99 JP 11302675

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: KOJIMA RIE
YAMADA NOBORU
MIZUUCHI KIMINORI
YAMAMOTO KAZUHISA

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM
AND METHOD FOR RECORDING THEREON OR
REPRODUCING THEREFROM

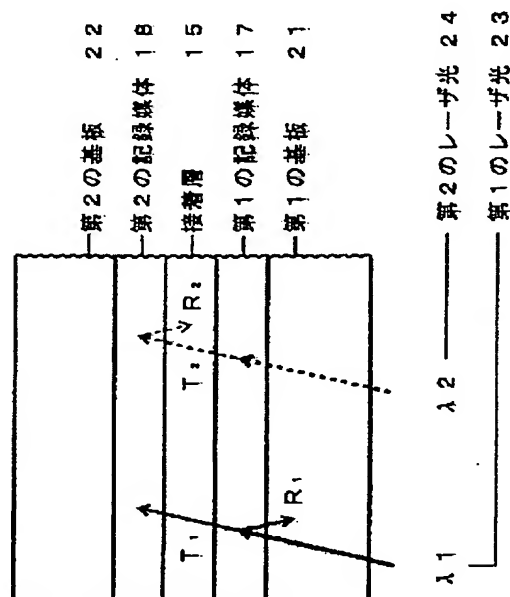
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical information recording medium enhanced in the erasure rate of the first recording medium and the recording sensitivity of the second recording medium by in the blue wavelength region and to provide a method for recording thereon or reproducing therefrom.

SOLUTION: This optical information recording medium has at least two recording layers made of a phase transition material on a substrate and is used for recording/ reproducing by a laser beam from one side of the medium, the first recording layer and the second recording layer being disposed successively from the laser beam incident side. When $102|\lambda_1 - \lambda_2| \geq 2120$ (wherein λ_1 is the wavelength of the first laser beam 23 to be used when recording/reproducing is conducted on the first recording medium 17 including the first recording layer; λ_2 is the wavelength of the second laser beam 24 to be used when recording/reproducing is conducted on the second recording medium 18 containing the second recording layer is satisfied, the first recording layer shows 1.0 or larger light absorption ratio with respect to the laser beam 23

having λ_1 wavelength and the first recording medium shows 30 or higher transmittance with respect to the laser beam 24 having λ_2 wavelength both in crystalline and amorphous states.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-195777

(P2001-195777A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 Q 5 D 0 2 9
	5 1 1		5 2 2 A 5 D 0 9 0
	5 3 5		5 1 1 5 D 1 1 9
	5 3 8		5 3 5 G
			5 3 8 F

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-268877(P2000-268877)

(22) 出願日 平成12年9月5日(2000.9.5)

(31) 優先権主張番号 特願平11-302675

(32) 優先日 平成11年10月25日(1999.10.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 児島 理恵

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 山田 昇

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外5名)

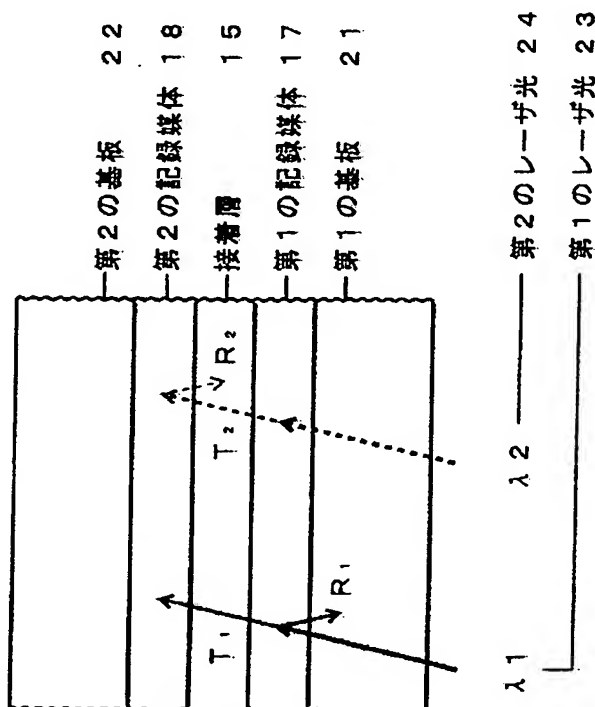
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学情報記録媒体およびその記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 青色波長域での第1の記録媒体の消去率と第2の記録媒体の記録感度を向上させた光学情報記録媒体およびその記録再生方法を提供する。

【解決手段】 相変化材料からなる記録層を基板上に少なくとも2層備え、片側からレーザ光により記録再生する光学情報記録媒体であって、レーザ光入射側から第1の記録層、第2の記録層とし、第1の記録層を含む第1の記録媒体17に記録再生する第1のレーザ光23の波長を λ_1 、第2の記録層を含む第2の記録媒体18に記録再生する第2のレーザ光24の波長を λ_2 としたとき、 λ_1 と λ_2 を $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 120$ なる関係にすることで、第1の記録層を波長 λ_1 に対して1.0以上の光吸収比にし、第1の記録媒体を波長 λ_2 に対して記録層結晶状態および記録層非晶質状態で共に30以上の透過率にした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 相変化材料からなる記録層を基板上に少なくとも2層備え、片側からレーザ光により記録再生する光学情報記録媒体であって、

前記記録層のうちレーザ光入射側から第1の記録層、第2の記録層とし、前記第1の記録層を含む第1の記録媒体に記録再生する第1のレーザ光の波長を λ_1 (nm)、前記第2の記録層を含む第2の記録媒体に記録再生する第2のレーザ光の波長を λ_2 (nm)、前記第1の記録層の結晶状態光吸収率を A_c (%)、前記第1の記録層の非晶質状態光吸収率を A_a (%)、前記第1の記録層が結晶状態である場合の前記第1の記録媒体の光透過率を T_c (%)、前記第1の記録層が非晶質状態である場合の前記第1の記録媒体の光透過率を T_a (%)としたとき、前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 120$ なる関係にある場合に、前記第1の記録層が前記波長 λ_1 に対して所定の範囲にある光吸収比 A_c/A_a を有し且つ、前記第1の記録媒体が前記波長 λ_2 に対して $T_c \geq 30$ 且つ $T_a \geq 30$ であることを特徴とする光学情報記録媒体。

【請求項2】 前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 50$ なる関係にある場合に、前記第1の記録層が前記波長 λ_1 に対して所定の範囲にある光吸収比 A_c/A_a を有し且つ、前記第1の記録媒体が前記波長 λ_2 に対して $T_c \geq 45$ 且つ $T_a \geq 45$ であることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録媒体。

【請求項3】 前記基板上に前記第2の記録媒体、前記第1の記録媒体、保護層がこの順に形成され、該保護層の厚み d_1 (μm) が $30 \leq d_1 \leq 200$ で、保護層側から第1及び第2のレーザ光で記録再生することを特徴とする請求項1または2記載の光学情報記録媒体。

【請求項4】 第1の基板上に形成された前記第1の記録媒体と第2の基板上に形成された前記第2の記録媒体とを貼り合わせた構造であることを特徴とする請求項1または2記載の光学情報記録媒体。

【請求項5】 第2高調波発生素子の光導波路の一部と半導体レーザの光導波路とが光学的に結合している多波長光源から出射された、第1及び第2のレーザ光で記録再生することを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項6】 前記第1のレーザ光の波長 λ_1 (nm) が $390 \leq \lambda_1 \leq 520$ であることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項7】 前記第1の記録層の光吸収比は前記第1のレーザ光の波長 λ_1 に対して、 $A_c/A_a \geq 1.0$ であることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項8】 前記第1の記録層がGe-Sb-Teを含むことを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項9】 前記第1の記録層がGe-Sb-Te-Snを含むことを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項10】 前記第1の記録層の厚み d_2 (nm) が、 $3 \leq d_2 \leq 12$ であることを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項11】 前記第1の記録媒体は前記基板上に少なくとも前記第1の記録層と反射層がこの順に形成され、該反射層の厚み d_3 (nm) が $2 \leq d_3 \leq 20$ であることを特徴とする請求項1から10のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体。

【請求項12】 相変化材料からなる記録層を基板上に少なくとも2層備え、片側からレーザ光により記録再生する光学情報記録媒体の記録再生方法であって、前記記録層のうちレーザ光入射側から第1の記録層、第2の記録層とし、前記第1の記録層を含む第1の記録媒体に記録再生する第1のレーザ光の波長を λ_1 (nm)、前記第2の記録層を含む第2の記録媒体に記録再生する第2のレーザ光の波長を λ_2 (nm)としたとき、 $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 120$ なる関係にあることを特徴とする光学情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項13】 前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 50$ なる関係にあることを特徴とする請求項12記載の光学情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項14】 請求項3記載の光学情報記録媒体に記録再生することを特徴とする請求項12または13記載の光学情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項15】 請求項4記載の光学情報記録媒体に記録再生することを特徴とする請求項12または13記載の光学情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項16】 第2高調波発生素子の光導波路の一部と半導体レーザの光導波路とが光学的に結合している多波長光源から出射された、第1及び第2のレーザ光で記録再生することを特徴とする請求項12から15のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項17】 前記第1のレーザ光の波長 λ_1 (nm) が $390 \leq \lambda_1 \leq 520$ であることを特徴とする請求項12から16のいずれか一項に記載の光学情報記録媒体の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学的に情報を記録再生する情報記録媒体およびその記録再生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光学情報記録媒体の大容量化と高密度化の方法として、2層記録層に2波長で記録する技術が、H. A. Wierengaによる“Phase change recording: Options for 10-20 GB (dual layer, high NA, and blue)” (Proc. SPIE. Optical Data Storage '98, 3401, 64-70 (1998))

に提案されており、波長 650 nm と 780 nm の 2 波長記録と波長 410 nm と 650 nm の 2 波長記録が計算により報告されている。

【0003】ここで、入射ビームのスポットサイズ w は、 $w = k\lambda / NA$ で与えられる。ただし、 λ は使用レーザーの波長、 k は定数、 NA は対物レンズの開口数である。この関係式から、レーザー光の波長 λ が短いほど、またレンズの開口数 NA が大きいほどスポットサイズを小さくでき記録密度は上がる。

【0004】図 7 に、従来の 2 層タイプの光学情報記録媒体に対する記録再生方法を示す。レーザー光 25 入射側から第 1 の記録層、第 2 の記録層とし、第 1 の記録層を含んだ多層構成を第 1 の記録媒体 17、第 2 の記録層を含んだ多層構成を第 2 の記録媒体 18 とする。第 1 の記録媒体 17 が形成された第 1 の基板 21 と、第 2 の記録媒体 18 が形成された第 2 の基板 22 とを接着層 15 で貼り合わせて、2 層タイプの光学情報記録媒体が構成されている。第 1 の記録媒体 17 および第 2 の記録媒体 18 に対して、いずれも波長 λ のレーザー光 25 で記録再生を行う。 R_1 は第 1 の記録媒体 17 の波長 λ に対する反射率、 R_2 は第 2 の記録媒体 18 の波長 λ に対する反射率である。

【0005】図 8 は、従来の光学情報記録媒体の記録再生方法のシステム構成図である。第 1 及び第 2 の記録媒体に対して共に良好に記録再生を行うためには、波長 λ における両記録層の光吸収比と第 1 の記録媒体の光透過率が所定の条件を満たさなければならない。光吸収比とは、記録層が結晶状態であるときの記録層の光吸収率を A_c (%)、記録層が非晶質状態であるときの記録層の光吸収率を A_a (%) としたときの A_c / A_a である。登録特許第 2094839 号公報によれば、良好な消去率確保のためには結晶状態と非晶質状態の昇温速度を揃えることが重要で、 $A_c / A_a \geq 1.0$ を要することが開示されている。

【0006】また、第 1 の記録層が結晶状態であるときの第 1 の記録媒体の光透過率を T_c (%)、第 1 の記録層が非晶質状態であるときの第 1 の記録媒体の光透過率を T_a (%) としたとき、第 2 の記録媒体は第 1 の記録媒体を透過してきたレーザー光で記録再生するため、 T_c と T_a はより高い方が望ましい。逆に高すぎると入射光の配分から考えて、 A_a と A_c が小さくなり第 1 の記録媒体の記録が困難になる。

【0007】レーザー波長 660 nm 近傍での本発明者による記録実験では、第 1 及び第 2 の記録媒体共に良好な記録再生特性を得るには、 $T_c \geq 45$ 且つ $T_a \geq 45$ が好ましいことがわかっている。

【0008】ここで、記録再生する波長 λ における多層構成の記録媒体の光反射率 R 、光透過率 T 、および各層の光吸収率 A などの光学的特性は、その波長における各層の複素屈折率（屈折率と消衰係数）がわかれば、例え

ばマトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波新書、1971 年、第 3 章を参照）により厳密に算出することができる。したがって、各層の複素屈折率の波長依存性は、多層構成の光学特性を決定する重要要素である。

【0009】本発明者の実験によれば、レーザー波長 660 nm 近傍での 2 層記録では光吸収比 ≥ 1.0 及び透過率 $\geq 45\%$ が両立し、第 1 の記録媒体と第 2 の記録媒体は共に良好な記録再生特性が得られた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、Wierenga 提案の 2 波長記録では波長 410 nm（青色）と 650 nm（赤色）のレーザー光を使用しており、光ヘッドが 2 つ必要な上に一方の波長が 650 nm と長く高密度化の余地はまだある。

【0011】また、本発明者の光学計算によると記録層の複素屈折率の波長依存性が大きいことに起因して、波長 400 nm 近傍では第 1 の記録層の光吸収比は高々 1.0 で、第 1 の記録媒体の光透過率 $\geq 45\%$ とを同時に満足することが難しいことがわかった。この場合、第 1 の記録媒体の消去率が不十分になるか、または第 2 の記録媒体へ到達するレーザー光が不十分で第 2 の記録媒体に対する記録パワーが不足するという事態が生じる。

【0012】よって本発明は、上記課題を解決するもので、波長 400 nm 近傍の短波長に対しても、第 1 の記録層の光吸収比 ≥ 1.0 と第 1 の記録媒体の光透過率 $\geq 45\%$ を両立させ、第 1 の記録媒体の消去率と第 2 の記録媒体の記録感度を共に向上させることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明の光学情報記録媒体は、相変化材料からなる記録層を基板上に少なくとも 2 層備え、片側からレーザー光により記録再生する光学情報記録媒体であって、レーザー光入射側から第 1 の記録層、第 2 の記録層とし、第 1 の記録層を含む第 1 の記録媒体に記録再生する第 1 のレーザー光の波長を λ_1 (nm)、第 2 の記録層を含む第 2 の記録媒体に記録再生する第 2 のレーザー光の波長を λ_2 (nm)、第 1 の記録層の結晶状態光吸収率を A_c (%)、第 1 の記録層の非晶質状態光吸収率を A_a (%)、第 1 の記録層が結晶状態である場合の第 1 の記録媒体の光透過率を T_c (%)、第 1 の記録層が非晶質状態である場合の第 1 の記録媒体の光透過率を T_a (%) としたとき、 λ_1 と λ_2 が $1.0 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 120$ なる関係にある場合に、第 1 の記録層が波長 λ_1 に対して所定の範囲にある光吸収比 A_c / A_a を有し且つ、第 1 の記録媒体が波長 λ_2 に対して $T_c \geq 30$ 且つ $T_a \geq 30$ であることを特徴としたものである。

【0014】この光学情報記録媒体によれば、第 1 の記録層の光吸収比および第 1 の記録媒体の光透過率を十分大きくできることから、波長 λ_1 および波長 λ_2 の組み

合わせにより、たとえば、光吸収比は約1.0から約1.6まで、光透過率は30数%から60数%まで変えることが可能である。第1の記録層および第2の記録層の材料や記録条件に合わせて、第1の記録層の光吸収比および第1の記録媒体の光透過率を調整して、第1の記録媒体と第2の記録媒体共に良好な記録再生特性が得られるという作用効果を有する。

【0015】本発明の光学情報記録媒体において、波長 λ_1 と波長 λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 50$ なる関係にある場合に、第1の記録層が波長 λ_1 に対して所定の範囲にある光吸収比 A_c/A_a を有し且つ、第1の記録媒体が波長 λ_2 に対して $T_c \geq 45$ 且つ $T_a \geq 45$ であることが好ましい。

【0016】この構成によれば、第1の記録媒体と第2の記録媒体を互いに近い異なる波長で記録再生することにより、両記録媒体でほぼ同等な密度の記録が行えたと共に、波長400nm近傍の短波長に対しても第1の記録層の光吸収比 ≥ 1.0 と第1の記録媒体の光透過率 $\geq 45\%$ が両立し、第1の記録媒体と第2の記録媒体共に良好な記録再生特性が得られるという作用効果を有する。

【0017】また、本発明の光学情報記録媒体において、基板上に第2の記録媒体、第1の記録媒体、保護層がこの順に形成され、保護層の厚み d_1 (μm) が $30 \leq d_1 \leq 200$ で、保護層側から第1及び第2のレーザ光で記録再生することが好ましい。

【0018】この構成によれば、基板より厚みの薄い保護層側から記録再生することで、レンズの開口数を大きくでき、より高密度な記録が可能になる。

【0019】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1の基板上に形成された第1の記録媒体と第2の基板上に形成された第2の記録媒体とを貼り合わせた構造であることが好ましい。

【0020】また、本発明の光学情報記録媒体において、第2高調波発生素子の光導波路の一部と半導体レーザの光導波路とが光学的に結合している多波長光源から出射された、第1及び第2のレーザ光で記録再生することが好ましい。

【0021】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1のレーザ光の波長 λ_1 (nm) が $390 \leq \lambda_1 \leq 520$ であることが好ましい。

【0022】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1の記録層の光吸収比は第1のレーザ光の波長 λ_1 に対して、 $A_c/A_a \geq 1.0$ であることが好ましい。

【0023】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1の記録層がGe-Sb-Teを含むことが好ましい。

【0024】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1の記録層がGe-Sb-Te-Snを含むこと

が好ましい。これによれば、Ge-Sb-Teよりも結晶化速度の速い記録材料を第1の記録層に用いることで、より大きな消去率が得られるという作用効果を有する。

【0025】また、本発明の光学情報記録媒体において、第1の記録層の厚み d_2 (nm) が、 $3 \leq d_2 \leq 12$ であることが好ましい。

【0026】この第1の記録層の厚み d_2 の上限は、第1の記録媒体が45%以上の光透過率を確保するためであり、 d_2 の下限は、島状構造とならず、原子不足で結晶化が進まなくならず、また光を吸収する膜容量が小さくならない限界の厚さであり、光学設計上より好ましい膜厚は約6nmである。

【0027】さらに、本発明の光学情報記録媒体において、第1の記録媒体は基板上に少なくとも第1の記録層と反射層がこの順に形成され、反射層の厚み d_3 (nm) が $2 \leq d_3 \leq 20$ であることが好ましい。

【0028】この反射層の厚み d_3 の上限は、第1の記録媒体が45%以上の光透過率を確保するためであり、 d_3 の下限は、島状構造とならず、急冷効果が小さくならず、また耐環境特性が低下しない限界の厚さである。

【0029】前記の目的を達成するため、本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法は、相変化材料からなる記録層を基板上に少なくとも2層備え、片側からレーザ光により記録再生する光学情報記録媒体の記録再生方法であって、前記記録層のうちレーザ光入射側から第1の記録層、第2の記録層とし、前記第1の記録層を含む第1の記録媒体に記録再生する第1のレーザ光の波長を λ_1 (nm)、前記第2の記録層を含む第2の記録媒体に記録再生する第2のレーザ光の波長を λ_2 (nm) としたとき、 $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 120$ なる関係にあることを特徴としたものである。

【0030】この光学情報記録媒体の記録再生方法によれば、第1の記録層の光吸収比および第1の記録媒体の光透過率を十分大きくできることから、波長 λ_1 および波長 λ_2 の組み合わせにより、たとえば、光吸収比は約1.0から約1.6まで、光透過率は30数%から60数%まで変えることが可能である。第1の記録層および第2の記録層の材料や記録条件に合わせて、第1の記録層の光吸収比および第1の記録媒体の光透過率を調整して、第1の記録媒体と第2の記録媒体共に良好な記録再生特性が得られるという作用効果を有する。

【0031】本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法において、波長 λ_1 と波長 λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 50$ なる関係にあることが好ましい。

【0032】この構成によれば、第1の記録媒体と第2の記録媒体を互いに近い異なる波長で記録再生することにより、両記録媒体でほぼ同等な密度の記録が行えたと共に、良好な記録再生特性が得られるという作用を有する。

【0033】また、本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法において、基板上に第2の記録媒体、第1の記録媒体、保護層がこの順に形成され、保護層の厚み d_1

(μm)が $30 \leq d_1 \leq 200$ である光学情報記録媒体に対して、保護層側から第1及び第2のレーザ光で記録再生を行うことが好ましい。

【0034】この構成によれば、基板より厚みの薄い保護層側から記録再生することで、レンズの開口数を大きくでき、より高密度な記録が可能になる。

【0035】また、本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法において、第1の基板上に形成された第1の記録媒体と第2の基板上に形成された第2の記録媒体とを貼り合わせた構造である光学情報記録媒体に対して記録再生を行うことが好ましい。

【0036】また、本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法において、第2高調波発生素子の光導波路の一部と半導体レーザの光導波路とが光学的に結合している多波長光源から出射された、第1及び第2のレーザ光で記録再生することが好ましい。

【0037】また、本発明の光学情報記録媒体の記録再生方法において、前記第1のレーザ光の波長 λ_1 (nm)が $390 \leq \lambda_1 \leq 520$ であることが好ましい。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図1から図6を参照して説明する。

【0039】(実施の形態1)図1は、本発明の実施の形態1による光学情報記録媒体の一構成例を示している。この光学情報記録媒体は、基板1上に第1の下側光干渉層2、第1の下側界面層3、第1の記録層4、第1の上側界面層5、第1の上側光干渉層6、第1の反射層7を順次積層し、隔離層8を設けて引き続き、第2の下側光干渉層9、第2の下側界面層10、第2の記録層11、第2の上側界面層12、第2の上側光干渉層13、第2の反射層14を順次積層して、接着層15でダミー基板16と貼り合わせた構造とした。第1の下側光干渉層2から第1の反射層7までの多層構成を第1の記録媒体17、第2の下側光干渉層9から第2の反射層14までの多層構成を第2の記録媒体18とする。この構成例において、記録再生側19は、基板1側である。

【0040】基板1としては、円盤状で、必要に応じてレーザビームを導くための案内溝が形成された、ポリカーボネート、アモルファス・ポリオレフィン、またはPMMAなどの樹脂またはガラスを用いることができ、透明で表面の平滑なものを使用する。

【0041】第1の下側光干渉層2は、誘電体薄膜であり、光学距離を調節して記録層への光吸収効率を高め、記録前後の反射光量の変化を大きくして信号振幅を大きくする働きがある。光干渉層としては、例えばSiO₂、Ta₂O₅などの酸化物、SiN、AlN、TiN、Ta₂N、ZrN、GeNなどの窒化物、ZnSなど

の硫化物、SiCなどの炭化物、及びこれらの混合物を用いることができる。これらの中でも混合物であるZnS-SiO₂は非晶質材料であり、高屈折率を有し、成膜速度も速く、機械特性および耐湿性も良好な、特に優れた光干渉層である。光干渉層の膜厚は、例えばマトリクス法(例えば、久保田広著「波動光学」岩波新書、1971年、第3章を参照)に基づく計算により、記録層結晶状態(記録前)と記録層非晶質状態(記録後)の反射光量の変化がより大きく且つ記録層への光吸収率がより大きくなる条件を満足するように厳密に決定することができる。

【0042】第1の下側界面層3は、繰り返し記録による第1の下側光干渉層2と第1の記録層4との間で生じる物質移動を防止する機能を持ち、Si、Al、Zr、Ti、Ge、Taなどを含む窒化物もしくはこれらを含む窒化酸化物、Siなどを含む炭化物を使用する。これらの材料は、金属母材をArガス及び反応ガス雰囲気中で反応性スパッタリングするかもしくは、化合物母材をArガス雰囲気中またはArガスと反応ガス雰囲気中でスパッタリングすることにより形成できる。第1の下側界面層3の膜厚が厚いと、多層構成の反射率や光吸収率が大きく変化して記録消去性能に影響を与えるため、1から7nmが望ましく、より好ましい膜厚は約5nmである。

【0043】第1の記録層4は、高エネルギービームの照射によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変態を起こす材料として、Ge-Sb-Te、Ge-Sn-Sb-Te、Ge-Bi-Te、Ge-Sn-Te、In-Sb-Te、Sb-Te、Ge-Te、Ag-In-Sb-Teの系、またはこれらの系にAu、Ag、Cu、Al、Ga、Pd、Pt、Ni、Ce、Cr、Bi、Sn、Se、In、La、C、Si、Ti、Mo、W、Ta、Hf、Zr、Nb、Vのうち少なくとも一つを添加した材料を使用する。また、N、Oの添加も可能である。中でも、Ge-Sb-Teは、GeTe-Sb₂Te₃擬二元系組成が高速結晶化材料として良好な記録消去性能を確保することができる。GeTe:Sb₂Te₃= $x:1$ ($1 \leq x \leq 10$)の組成範囲が相安定性に優れ、実用的に好ましい組成である。また、Ge-Sn-Sb-Teは、GeTe-Sb₂Te₃擬二元系組成にSnTeを添加した材料で $x[(\text{Ge-Sn})\text{Te}]-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ の組成式で表される。Geの一部をSnで置換することにより、さらなる結晶化速度の向上が図れた優れた材料であることが発明者の実験で検証されている。第1の記録層4は、これらの材料を母材としてArガスまたはArガスとN₂ガスの混合ガス雰囲気中でスパッタリング法により形成することができる。ここで、第1の記録媒体17は、45%以上の光透過率を要するため、第1の記録層4の厚みは、厚くても12nmであり、薄すぎると島状構造になったり、原子不足で結晶化

が進まなくなったり、光を吸収する膜容量が小さくなる等の理由で、薄くても約3 nmを要する。光学設計上より好ましい膜厚は約6 nmである。

【0044】第1の上側界面層5は、繰り返し記録による第1の記録層4と第1の上側光干渉層6との間で生じる物質移動を防止する機能、および第1の記録媒体17のオーバーライト性能の信頼性を高める機能を持ち、第1の下側界面層3と同じ系の材料を用いることができる。また、好ましい膜厚も約5 nmで同様である。

【0045】第1の上側光干渉層6は、第1の下側光干渉層2と同様の働きを持ち、且つ第1の記録層4から第1の反射層7までの距離を調整することにより、第1の記録層4の冷却速度を調節する働きも兼ね備えている。また第1の上側光干渉層6は、第1の下側光干渉層2と同じ系の材料を用いて膜厚も厳密に決定される。

【0046】第1の反射層7は、Al、Au、Ag、Cuまたはこれらに添加物を加えた合金を用いる。第1の反射層7は、光学的には第1の記録層4に吸収される光量を増大させ、熱的には第1の記録層4で生じた熱を速やかに拡散させるという働きをもち、さらには多層膜を使用環境から保護する役割をも兼ね備えている。これらの反射層材料は、いずれも耐食性に優れ且つ急冷条件を満足する優れた材料である。第1の反射層7も、第1の記録媒体17の光透過率45%以上を得るためその厚みは厚くても20 nmである。薄すぎると島状構造になる、急冷効果が小さくなる、耐環境特性が低下する等の理由で薄くても約2 nmを要する。

【0047】隔離層8は、第1の記録媒体17と第2の記録媒体18のフォーカス位置を区別するために設けた層であり、第2の記録媒体18側に案内溝が形成されている。材料としては、光硬化性樹脂または遅効性樹脂を用いることができる。厚みは少なくとも対物レンズの開口数NAとレーザ光波長 λ により決定される焦点深度 ΔZ 以上必要である。焦点の強度が無収差の80%を基準としたならば、 $\Delta Z = \lambda / \{2 (NA)^2\}$ で近似できる。 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 、 $NA = 0.6$ のとき、 $\Delta Z = 0.556 \mu\text{m}$ となり、 $\pm 0.6 \mu\text{m}$ 以内は焦点深度内となるので、隔離層8は1 μm 以上の厚みが必要になる。厚みの上限は、第1の記録媒体17と第2の記録媒体18間の距離が対物レンズの集光可能な範囲にあるように、基板1の厚さと合わせて対物レンズの許容できる基板厚公差内にすることが好ましい。したがって厚みは1 μm から50 μm が好ましい。隔離層8を形成するには、まず基板1上に第1の記録媒体17を形成した後、光硬化性樹脂を塗布してスタンパから案内溝を転写した後、基板1側から紫外線照射により硬化させる。スタンパを硬化した樹脂から剥離して隔離層8に案内溝が形成される。引き続き、第2の記録媒体18を隔離層8上に順次積層する。

【0048】第2の下側光干渉層9は、第1の下側光干

渉層2と同様の働きを持ち、同じ系の材料を用いて膜厚も厳密に決定される。

【0049】第2の下側界面層10は、第1の下側界面層3と同様の働きを持ち、同じ系の材料を用いることができ、好ましい膜厚も約5 nmで同様である。

【0050】第2の記録層11は、第1の記録層4と同じ系の材料を用いることができる。ここで、第2の記録媒体18の光透過率は第1の記録媒体17のような限定条件はないので、記録層の膜厚は十分に光を吸収する容量で且つ熱が長時間蓄積されないように、7 nmから15 nmが望ましく、より好ましい膜厚は約10 nmである。

【0051】第2の上側界面層12は、第1の上側界面層5と同様の働きを持ち、同じ系の材料を用いることができ、好ましい膜厚も約5 nmで同様である。

【0052】第2の上側光干渉層13は、第1の上側光干渉層6と同様の働きを持ち、同じ系の材料を用いて膜厚も厳密に決定される。

【0053】第2の反射層14は、第1の反射層7と同様の働きを持ち、同じ系の材料を用いることができる。光学的に飽和し十分な急冷条件を満たすように、第2の反射層14の膜厚は50 nmから100 nmが望ましい。

【0054】接着層15として、光硬化性樹脂や遅効性樹脂、ホットメルト樹脂を用いることができる。アクリル樹脂を主成分とした材料、またはエポキシ樹脂を主成分とした材料を用いることができる。

【0055】ダミー基板16は、基板1と同じ系の材料を用いることができる。

【0056】(実施の形態2) 図2は、本発明の実施の形態2による光学情報記録媒体の一構成例を示している。この光学情報記録媒体は、基板1上に第2の反射層14、第2の上側光干渉層13、第2の上側界面層12、第2の記録層11、第2の下側界面層10、第2の下側光干渉層9を順次積層し、隔離層8を介して第1の反射層7、第1の上側光干渉層6、第1の上側界面層5、第1の記録層4、第1の下側界面層3、第1の下側光干渉層2を順次積層して、保護層20を設けた構造としている。第1の下側光干渉層2から第1の反射層7までの多層構成を第1の記録媒体17、第2の下側光干渉層9から第2の反射層14までの多層構成を第2の記録媒体18とする。記録再生側19は保護層20側である。この場合、基板1より厚みの薄い保護層20側から記録再生するのでレンズの開口数を大きくでき、より高密度な記録が可能になる。例えば、Kiyoshi Osatoによる“A rewritable optical disk system with over 10 G B of capacity” (Proc. SPIE. Optical Data Storage'98, 3401, 80-86(1998)) によれば、開口数NAを0.6から0.85にすることが可能である。

【0057】第1の記録媒体17と第2の記録媒体18

を構成する各層の材料については、実施の形態1と同じ系の材料を用いることができる。

【0058】しかし、本実施の形態においては、第2の記録媒体18上に隔離層8を形成するため、実施の形態1と硬化方法が異なる。隔離層8の材料としては透明な遅効性樹脂を使用した。第2の下側光干渉層9上に遅効性樹脂を塗布し、先に弱い紫外線を照射する。その後スタンプの案内溝を転写してそのまま放置する。先に紫外線を照射した表面から順に硬化が開始し、所定の時間で硬化が完了する。硬化完了後スタンプを樹脂から剥離して案内溝が形成される。

【0059】硬化に要する時間は、照射する紫外線の強さや樹脂の成分で調節することができる。また、透明なUV硬化樹脂を使用した場合は、基板1の端面側からUV照射して硬化させることも可能である。その後引き続いて、第1の記録媒体17を順次積層する。

【0060】保護層20は、紫外線硬化樹脂や透明な薄板を用いることができる。厚みは $30\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ が好ましい。スピンコートなどで形成できる。

【0061】（実施の形態3）図3は、本発明の実施の形態3による光学情報記録媒体の一構成例を示している。この光学情報記録媒体は、第1の基板21上に第1の下側光干渉層2、第1の下側界面層3、第1の記録層4、第1の上側界面層5、第1の上側光干渉層6、第1の反射層7を順次積層し、次に第2の基板22上に第2の反射層14、第2の上側光干渉層13、第2の上側界面層12、第2の記録層11、第2の下側界面層10、第2の下側光干渉層9を順次積層して構成した。第1の下側光干渉層2から第1の反射層7までの多層構成を第1の記録媒体17、第2の下側光干渉層9から第2の反射層14までの多層構成を第2の記録媒体18とする。第1の記録媒体17が形成された第1の基板21と、第2の記録媒体18が形成された第2の基板22とを接着層15で貼り合わせた。

【0062】第1の記録媒体17と第2の記録媒体18を構成する各層の材料については、実施の形態1または2と同じ系の材料を用いることができる。

【0063】第1の基板21及び第2の基板22としては、円盤状で、レーザビームを導くための案内溝が形成された、ポリカーボネート、アモルファス・ポリオレフィン、またはPMMAなどの樹脂またはガラスを用いることができ、透明で表面の平滑なものを使用する。

【0064】接着層15は、透明な光硬化性樹脂や透明な遅効性樹脂を使用できる。その厚みは、実施の形態1の隔離層8と同様、 $1\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ が望ましい。本構成では接着層15が隔離層の機能も兼ね備えている。

【0065】（実施の形態4）図4は、図3に示す本発明の実施の形態3による光学情報記録媒体に対する記録再生方法を示している。例えば、図3の光学情報記録媒体を記録再生する場合、第1の記録媒体17の記録再生

は波長 λ_1 の第1のレーザ光23で行い、第2の記録媒体18の記録再生は波長 λ_2 の第2のレーザ光24で行う。図4において、 R_1 は、波長 λ_1 に対する第1の記録媒体17の反射率、 T_1 は、波長 λ_1 に対する第1の記録媒体17の光透過率、 T_2 は、波長 λ_2 に対する第1の記録媒体17の光透過率、 R_2 は、波長 λ_2 に対する第2の記録媒体18の反射率である。第2の記録媒体18を良好に記録再生するためには、 $T_2 \geq 45\%$ が望ましい。

【0066】（実施の形態5）図5に、本発明の実施の形態1から3による光学情報記録媒体に適用可能な記録再生方法で使用した、多波長光源の構成を平面図で示している。基板26上に形成された2本の光導波路27-1、27-2が出射部31近傍でY分岐導波路32を用いて合波し単一導波路となって、第2高調波発生（SHG）素子を構成している。光導波路27-1、27-2にはそれぞれ周期の異なる分極反転構造28-1、28-2が形成されている。半導体レーザ30-1、30-2から出射された基本波は、それぞれ光導波路27-1、27-2の入射部29-1、29-2に結合し、分極反転構造28-1、28-2で波長変換された後、Y分岐導波路32により合波され、出射部31より出射する。分極反転周期は、各々半導体レーザの発振波長 λ_a （nm）、 λ_b （nm）に位相整合するよう調整している。波長変換された光は波長 $\lambda_a/2$ （nm）、 $\lambda_b/2$ （nm）で出射部31より出射される。光源としては、それぞれの基本波 λ_a （nm）、 λ_b （nm）の光と波長変換された $\lambda_a/2$ （nm）、 $\lambda_b/2$ （nm）の光の4波長の光を同一の出射部31より出射する多波長光源となる。市販されている半導体レーザの波長は780nmから870nmであるので、390nmから435nmの波長であれば市販レーザを結合することで変換可能である。また、より短い波長の半導体レーザが開発されれば、変換波長もより短くできる。出力は約30mWであり、利用効率50%として光学情報記録媒体の記録再生は15mW以下で行うことが好ましい。

【0067】（実施の形態6）図6に、本発明の実施の形態1から3による光学情報記録媒体に適用可能な記録再生方法のシステム構成図を示す。図6（a）は、レーザ光源として半導体レーザを使用して2波長記録を行う場合、図6（b）は、レーザ光源として実施の形態5で説明した多波長光源を使用して2波長記録を行う場合である。図6（a）の場合、第1の半導体レーザ38と第2の半導体レーザ39を各々光学ヘッド41に搭載して、第1のレーザ光（波長 λ_1 ）23と第2のレーザ光（波長 λ_2 ）24を出射させる。このシステムでは光学ヘッドは光源に一つずつ、計2つ必要である。図6

（b）の場合、多波長光源43を光学ヘッド41に搭載して、波長変換されたレーザ光（波長 λ_1 または λ_2 ）42を出射させる。このシステムでは光学ヘッドは一つ

でよい。両システム共に、光学情報記録媒体36をスピンドルモータ37で回転させ、光学ヘッド41に搭載したレーザ光源38、39、43からそれぞれレーザ光23、24、42が出射する。これらのレーザ光は、対物レンズ40を通して光学情報記録媒体36の溝面に集光し、溝間（グループ）または溝上（ランド）に追従する。

【0068】

【実施例】次に、本発明の光学情報記録媒体の具体例を説明する。

【0069】（実施例1）はじめに、光学情報記録媒体の各層の複素屈折率を波長400nmで実験的に算出した。材料は、光干渉層としてZnS-20mol%SiO₂、界面層としてGeN、記録層としてGeSbTe、反射層としてAg合金を選んだ。光干渉層ZnS-20mol%SiO₂は、RF電源を用いてArガス雰囲気中でZnS-20mol%SiO₂ターゲットをス

パッタリングして形成した。界面層GeNは、RF電源を用いてArと窒素の混合ガス雰囲気中でGeターゲットをスパッタリングして形成した。記録層GeSbTeは、DC電源を用いてArと窒素の混合ガス雰囲気中でGeSbTeターゲットをスパッタリングして形成した。記録層はスパッタ後は非晶質であるので、電気炉を使用して窒素雰囲気中で熱処理し結晶相にした薄膜も準備した。反射層Ag合金は、DC電源を用いてArガス雰囲気中でAg合金ターゲットをスパッタリングして形成した。各々の材料を石英基板上に形成した後、段差計で膜厚を測定し、分光器で波長400nmに対する反射率と透過率を測定して複素屈折率を算出した。得られた複素屈折率を表1に示す。比較のために波長660nmにおける複素屈折率も示してある。複素屈折率=屈折率(n)-消衰係数(k)×iである。

【0070】

【表1】

波長 (nm)	ZnS-SiO ₂	GeN	GeSbTe		Ag合金
			結晶	非晶質	
400	2.23-0.02i	2.40-0.17i	1.76-3.17i	2.99-1.98i	0.34-1.90i
660	2.10-0.00i	2.24-0.04i	4.20-3.90i	3.90-1.30i	0.24-4.15i

【0071】表1から、 $\lambda=400\text{nm}$ と 660nm の複素屈折率を比較すると、ZnS-SiO₂とGeNは比較的波長依存性が小さいが、GeSbTe結晶相の屈折率とAg合金の消衰係数の波長依存性は大きいことがわかる。

【0072】（実施例2）実施例1の方法で、波長390nmから520nmに対する各層複素屈折率を算出し、それらの値から第1の記録媒体17の多層構成の光学計算を行った。実験波長範囲はSHG素子で変換できた波長である。第1の記録媒体17の多層構成は図1から図3に示す。膜厚は、第1の下側光干渉層2の膜厚と第1の上側光干渉層6の膜厚を変数として、第1の下側界面層3と第1の上側界面層5の膜厚を5nm、第1の記録層4の膜厚を6nm、第1の反射層7の膜厚を10nmとした。記録層結晶状態と記録層非晶質状態の反射光量の変化がより大きく、また光吸収比が最も大きくなる光干渉層の膜厚として、第1の下側光干渉層2が $36\lambda/64n\text{ (nm)}$ 、第1の上側光干渉層6が $12\lambda/64n\text{ (nm)}$ の組み合わせを選び、その構成での光吸収比 A_c/A_a 、第1の記録層4がそれぞれ結晶状態、非晶質状態である場合の透過率 T_c 、 T_a の光学計算結果を表2に示す。

【0073】

【表2】

$\lambda 1$ (nm)	第1の記録媒体		
	A_c/A_a	$T_c(\%)$	$T_a(\%)$
390	1.02	57.2	49.5
400	1.07	55.7	48.9
410	1.12	54.3	48.3
420	1.16	52.7	47.4
430	1.20	51.1	46.9
440	1.24	49.8	46.3
450	1.28	48.3	45.7
470	1.36	45.3	45.0
500	1.48	42.0	44.5
520	1.55	39.8	44.1

【0074】表2に示す結果から、第1の記録媒体17の光吸収比 A_c/A_a は波長が短くなるほど小さくなり、光透過率 T_c 、 T_a は波長が短くなるほど大きくなることがわかった。

【0075】（実施例3）実施例2の計算結果に基づいて、第1の記録媒体17及び第2の記録媒体18を波長 $\lambda 1$ に対して光学設計した。実施の形態1の説明通り、図1に示す構成で光学情報記録媒体を9種類試作した。第1の記録媒体17及び第2の記録媒体18の各層材料系は実施例1と同様である。第2の記録媒体18の設計膜厚は、ZnS-SiO₂からなる第2の下側光干渉層9が $6\lambda/64n\text{ (nm)}$ 、GeNからなる第2の下側界面層10が5nm、GeSbTeからなる第2の記録

層11が10nm、GeNからなる第2の上側界面層12が5nm、ZnS-SiO₂からなる第2の上側光干渉層13が20λ/64n(nm)、Ag合金からなる第2の反射層14が80nmである。単一波長λ1で第1の記録媒体17及び第2の記録媒体18のCNR(キャリア対ノイズ比)と消去率を測定した。測定は、図8に示すシステムを使い、パルステック製ドライブにレーザ波長の異なる光学ヘッドを載せ換えて行った。線速度は5m/sである。CNRは3T信号を10回記録して信号振幅とノイズレベルから得た。引き続き11T信号

を測定済み3T信号の上に1回重ね書きして3T信号の振幅を測定し、振幅低下分から消去率を得た。第1の記録媒体17の消去率Ers(dB)と第2の記録媒体18の記録感度Pp/Pbを評価した結果を表3に示す。記録は溝間(グループ)記録であり、記録感度はCNR=50dBなるピークパワーPp(mW)とバイアスパワーPb(mW)で定義した。

【0076】

【表3】

光学情報記録媒体 番号	λ1 (nm)	第1の記録媒体 Ers.(dB)	第2の記録媒体 Pp(mW)/Pb(mW)
光学情報記録媒体01	400	20	11.7/4.9
光学情報記録媒体02	410	24	12.0/5.1
光学情報記録媒体03	420	28	12.4/5.3
光学情報記録媒体04	430	33	12.8/5.4
光学情報記録媒体05	440	36	13.1/5.6
光学情報記録媒体06	450	40	13.5/5.7
光学情報記録媒体101	470	42	13.8/5.8
光学情報記録媒体102	500	44	14.0/5.9
光学情報記録媒体103	520	46	14.3/6.0

【0077】表2に示す実施例2の計算結果及び表3に示す測定結果から、Ac/Aaが、1.0以上あれば消去率が20dB得られ実用可能となり、さらに1.2以上あれば30dB以上の消去率が得られるので1.20以上がより好ましい。したがって、第1の記録媒体17は波長430nm以上で記録再生することが好ましいことがわかる。

【0078】第2の記録媒体18の記録感度については、λ1が短いほど高感度化傾向にある。これは、実施例2の計算結果と傾向が合っており、第1の記録媒体17の透過率が高い方が第2の記録媒体18は高感度化できる。従って、第2の記録媒体18を良好に記録再生するためには、記録波長はより短い方が好ましい。

【0079】(実施例4)実施例3の結果から、第1の記録媒体17と第2の記録媒体18は、良好な記録再生特性を得るためのより好ましい記録波長が一致しないことが分かった。

【0080】そこで、両記録媒体が共に良好な記録再生特性を確保できるように、図4に示すように第1の記録媒体17を波長λ1で記録再生し、第2の記録媒体18を波長λ1に近い範囲内にある波長λ2で記録再生することを考えた。第1の記録媒体17は波長λ1に対して光学設計し、反射光量の変化がより大きく、また光吸収比が最も大きくなるように実施例2と同様の構成とした。この構成での第1の記録媒体17の波長λ2に対する透過率を実施例2と同様に光学計算した。第1の記録

媒体17は波長λ1に対して設計膜厚を決定するので、異なる波長λ2に対しては光干渉層の光学長が変わる。波長λ1に対する第1の記録媒体17の光吸収比は実施例2に示した通りである。Δλ=λ1-λ2とし、λ1=520nmである場合のΔλに対する第1の記録媒体17の透過率の変化を計算した。その結果を表4に示す。

【0081】

【表4】

Δλ(nm)	Tc(%)	Ta(%)
10	41.2	44.4
20	43.5	45.4
30	45.2	46.4
40	47.0	47.2
50	48.6	48.2
70	54.9	53.0
100	63.3	61.6
120	67.0	65.4

【0082】表4から、Δλが大きいほど第1の記録媒体17の透過率が大きくなるのがわかる。λ1=520nmの光吸収比は1.55が得られているので(表2)、λ1=520nmの場合、10nm≤Δλ≤120nmの範囲で、十分な光吸収比と高い透過率の両立が計算上実現できた。

【0083】（実施例5）本実施例では、実施例4と同様の計算を行うが、 $\Delta\lambda$ と λ_1 がより小さな場合について計算する。 $10\text{ nm} \leq \Delta\lambda \leq 50$ で、 $\lambda_1 = 450$ である。その結果を表5に示す。

【0084】

【表5】

$\Delta\lambda$ (nm)	Tc (%)	Ta (%)
10	50.3	46.8
20	53.3	49.1
30	55.6	50.8
40	59.5	54.4
50	62.9	57.8

【0085】表5から、実施例4と同様に、 $\Delta\lambda$ が大きいほど第1の記録媒体17の透過率が大きくなった。 $\lambda_1 = 450\text{ nm}$ の光吸収比は1.28が得られているので（表2）、十分な光吸収比と高い透過率の両立が計算上実現できた。 $\Delta\lambda$ と λ_1 が小さい場合は、記録密度をより大きくすることができる。

【0086】（実施例6）実施例4と同様に、 $-120\text{ nm} \leq \Delta\lambda \leq -10\text{ nm}$ で、 $\lambda_1 = 400\text{ nm}$ である場合の、 $\Delta\lambda$ に対する第1の記録媒体17の透過率の変化を計算した。その結果を表6に示す。

【0087】

【表6】

$\Delta\lambda$ (nm)	Tc (%)	Ta (%)
-120	37.2	48.5
-100	38.8	47.6
-70	42.9	46.0
-50	47.0	47.1
-40	49.3	47.3
-30	50.1	46.9
-20	51.1	46.5
-10	53.8	48.0

【0088】表6から、 $\Delta\lambda$ が大きいほど第1の記録媒体17の透過率は大きくなるが、 $\lambda_1 = 400\text{ nm}$ の光吸収比は1.07程度だったので（表2）、光吸収比と

透過率の値から考えて実施例4の結果に比べて、この組み合わせの結果は実用的に好ましくないことがわかる。

【0089】（実施例7）実施例4と同様に、 $\lambda_1 = 430\text{ nm}$ である場合の、 $\Delta\lambda$ に対する第1の記録媒体17の透過率の変化を計算した。その結果を表7に示す。

【0090】

【表7】

$\Delta\lambda$ (nm)	Tc (%)	Ta (%)
-20	46.7	45.0
-10	49.1	45.9
10	53.3	48.1
20	56.5	50.9
30	58.9	52.6

【0091】表7から、 $\Delta\lambda$ が大きいほど第1の記録媒体17の透過率は大きくなるのがわかる。 $\lambda_1 = 430\text{ nm}$ の光吸収比は1.20が得られているので（表2）、 $-20\text{ nm} \leq \Delta\lambda \leq 30\text{ nm}$ の範囲で、十分な光吸収比と高い透過率が両立できた。実施例4の結果と比較すると $\Delta\lambda$ の範囲は小さくなるが、 $\lambda_1 = 430\text{ nm}$ の方が第1の記録媒体17の記録密度を高くできるという点で有利である。

【0092】（実施例8）実施例4から7の計算結果から、2波長使用した場合の第1の記録媒体17の透過率の波長依存傾向が得られた。より好ましい波長 λ_1 は、 430 nm から 450 nm で、波長 λ_2 は λ_1 より小さいことが好ましい。次に、本実施例での光学情報記録媒体を試作し、 λ_1 と λ_2 を変えて2つの波長で第1の記録媒体17と第2の記録媒体18のCNRと消去率を測定した。測定は、パルスチック製ドライブに波長 λ_1 の光ヘッドと波長 λ_2 の光ヘッドを載せ換えて行った。

【0093】第1の記録媒体17は、実施例3と同様、 λ_1 に対して設計膜厚を決定し、第2の記録媒体18は、 λ_2 に対して設計膜厚を決定して、図1に示す光学情報記録媒体を試作した。第1の記録媒体17の消去率 E_{rs} (dB)、及び第2の記録媒体18の記録感度 P_p/P_b を評価した結果を、表8 ($\lambda_1 = 400\text{ nm}$)、表9 ($\lambda_1 = 430\text{ nm}$)、及び表10 ($\lambda_1 = 450\text{ nm}$)に示す。この記録もグループ記録である。

【0094】

【表8】

波長 数	光学情報記録媒体 番号	$\lambda 1$ (nm)	$\lambda 2$ (nm)	第1の記録媒体 Ers. (dB)	第2の記録媒体 Pp (mW)/Pb (mW)
単	光学情報記録媒体01	400	400	20	11.7/4.9
2	光学情報記録媒体07	400	450	20	13.9/5.9
2	光学情報記録媒体08	400	440	20	13.3/5.6
2	光学情報記録媒体09	400	430	20	13.0/5.5
2	光学情報記録媒体10	400	420	20	12.8/5.4
2	光学情報記録媒体11	400	410	20	12.1/5.1

【0095】

【表9】

波長 数	光学情報記録媒体 番号	$\lambda 1$ (nm)	$\lambda 2$ (nm)	第1の記録媒体 Ers. (dB)	第2の記録媒体 Pp (mW)/Pb (mW)
単	光学情報記録媒体04	430	430	33	12.8/5.4
2	光学情報記録媒体12	430	450	33	14.1/5.9
2	光学情報記録媒体13	430	440	33	13.3/5.6
2	光学情報記録媒体14	430	420	33	12.2/5.2
2	光学情報記録媒体15	430	410	33	11.6/4.9
2	光学情報記録媒体18	430	400	33	11.1/4.7

【0096】

【表10】

波長 数	光学情報記録媒体 番号	$\lambda 1$ (nm)	$\lambda 2$ (nm)	第1の記録媒体 Ers. (dB)	第2の記録媒体 Pp (mW)/Pb (mW)
単	光学情報記録媒体06	450	450	40	13.5/5.7
2	光学情報記録媒体17	450	440	40	13.0/5.5
2	光学情報記録媒体18	450	430	40	12.2/5.2
2	光学情報記録媒体19	450	420	40	11.8/5.0
2	光学情報記録媒体20	450	410	40	10.9/4.6
2	光学情報記録媒体21	450	400	40	10.4/4.4

【0097】これらの測定結果から、第1の記録媒体17の消去率を30dB以上得るためには $\lambda 1 \geq 430$ nmが好ましく、また $\Delta\lambda$ はより大きい方が第2の記録媒体18の記録感度が高くなることが検証できた。第1の記録媒体17と第2の記録媒体18がより高い記録密度で記録できることを考慮すると、 $\lambda 1 = 430$ nmと $\lambda 2 = 400$ nmの組み合わせがより好ましい。

【0098】（実施例9）本実施例では、実施の形態5で説明した、図5の多波長光源を用いて2波長記録を実施する。実施例8の結果から $\lambda 1 = 430$ nm、 $\lambda 2 =$

400nmに波長変換できるように、波長860nmと波長800nmの市販の半導体レーザをSHG素子に結合させた。光学情報記録媒体の第1の記録媒体17及び第2の記録媒体18の溝間（グループ）及び溝上（ランド）における、記録感度、CNR、消去率、ジッター値を測定した。グループ記録の測定結果を表11に、ランド記録の測定結果を表12に示す。

【0099】

【表11】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.6/5.0	53	32	9.6	10.3/4.4	55	32	9.1

【0100】

【表12】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.8/5.2	52	30	9.9	10.8/4.6	54	30	9.3

【0101】このようにSHG素子を使った多波長光源でも、第1及び第2の記録媒体で良好な記録再生特性が得られた。また、SHG素子を使うと1つの光学ヘッドで2波長記録ができる。

【0102】（実施例10）次に、図3の光学情報記録

媒体を用いて実施例9を行った結果、同様に良好な結果が得られた。このグループ記録の結果を表13に、ランド記録の結果を表14に示す。

【0103】

【表13】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.5/5.0	52	33	9.5	10.2/4.4	54	33	9.3

【0104】

【表14】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.9/5.4	52	31	9.8	10.7/4.5	54	31	9.4

【0105】（実施例11）本実施例では、図2の光学情報記録媒体を試作して記録再生特性を評価した。保護層20の厚みは100 μ mで、対物レンズの開口数NAは0.85である。NAが0.6の場合と比べて記録密度は約1.4倍である。記録再生波長は $\lambda_1=430$ nm、 $\lambda_2=400$ nmで、実施例9と同様、SHG素子

を使った多波長光源を用いた。保護層20側からレーザー光を入射させ、グループ記録の、記録感度、CNR、消去率、ジッター値を測定した。その結果を表15に示す。

【0106】

【表15】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.9/5.4	50	28	10.8	10.8/4.6	52	28	10.7

【0107】表15から、記録密度が上がった分、CNRと消去率が若干低下し、ジッター値が約1%増加したが、実用レベルと考えられ、2波長記録での高密度化の可能性も検証できた。

【0108】（実施例12）本実施例では、実施例10

における第1記録層4にGe-Sb-Te-Snを用いた場合について、同様に記録感度、CNR、消去率、ジッター値を測定した。その結果を表16に示す。

【0109】

【表16】

第1の記録媒体				第2の記録媒体			
Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)	Pp/Pb (mW) (mW)	CNR (dB)	消去率 (dB)	ジッター値 (%)
11.9/5.3	50	33	10.0	10.8/4.5	52	33	9.9

【0110】表16と表15の結果から、Ge-Sb-Te-Snを用いると、消去率が5dB向上した。

【0111】（実施例13）本実施例では、第1の記録層4の膜厚を3nmから15nmまで変えて、実施例2

と同様の光学計算を行った。第1の反射層7の膜厚は10nmとした。記録層結晶状態と記録層非晶質状態の反射光量の変化がより大きく、また光吸収比が最も大きくなる光干渉層の膜厚を決めて、第1の記録媒体17の $\lambda_1 = 450\text{nm}$ における光吸収比と、 $\lambda_2 = 400\text{nm}$ における透過率の光学計算結果を表17に示す。

【0112】

【表17】

第1の記録層膜厚 (nm)	第1の記録媒体		
	Ac/Aa	Tc (%)	Ta (%)
3	1.25	70.0	65.8
6	1.28	62.9	57.8
9	1.28	58.7	53.9
12	1.26	49.4	48.4
15	1.24	42.5	43.8

【0113】この結果、第1の記録層4の膜厚が3nmから12nmでは、 $Ac/Aa \geq 1.0$ と $Tc \geq 45\%$ 且つ $Ta \geq 45\%$ が得られているが、その膜厚が15nmでは $Tc < 45\%$ 、 $Ta < 45\%$ であり光学的条件が満足できない。したがって、第1の記録層4の膜厚は3nmから12nmが好ましく、より好ましい膜厚は6nmから9nmである。

【0114】(実施例14)本実施例では、第1の反射層7の膜厚を3nmから25nmまで変えて、実施例2と同様の光学計算を行った。第1の記録層4の膜厚は6nmとした。記録層結晶状態と記録層非晶質状態の反射光量の変化がより大きく、また光吸収比が最も大きくなる光干渉層の膜厚を決めて、第1の記録媒体17の $\lambda_1 = 450\text{nm}$ における光吸収比と、 $\lambda_2 = 400\text{nm}$ における透過率の光学計算結果を表18に示す。

【0115】

【表18】

第1の反射層膜厚 (nm)	第1の記録媒体		
	Ac/Aa	Tc (%)	Ta (%)
2	1.21	69.9	66.8
5	1.23	68.4	65.1
10	1.28	62.9	57.8
15	1.32	56.1	52.2
20	1.35	51.3	45.2
25	1.37	44.6	38.5

【0116】この結果、第1の反射層の膜厚が2nmから20nmでは、 $Ac/Aa \geq 1.0$ と $Tc \geq 45\%$ 且つ $Ta \geq 45\%$ が得られている。その膜厚が25nmでは $Ta < 40\%$ と低すぎる。したがって、第1の反射層7の膜厚は2nmから20nmが好ましく、より好ましいのは5nmから15nmである。

【0117】尚、以上の実施例では図1、2、3に示す構成で2波長記録の効果について述べたが、これらの構成に限られるものではなく、波長 λ_1 と波長 λ_2 の関係が満たされていればその効果は光干渉層の膜厚や界面層の有無などに関係なく得られる。

【0118】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、第1の記録媒体を波長 λ_1 の第1のレーザ光で第2の記録媒体を波長 λ_2 の第2のレーザ光で記録再生し、 λ_1 と λ_2 が $10 \leq |\lambda_1 - \lambda_2| \leq 50$ なる関係にすることにより、第1の記録媒体の消去率と第2の記録媒体の記録感度が共に、波長400nmから450nmの短波長域で向上するという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による光学情報記録媒体の一構成例を示す部分断面図

【図2】 本発明の実施の形態2による光学情報記録媒体の一構成例を示す部分断面図

【図3】 本発明の実施の形態3による光学情報記録媒体の一構成例を示す部分断面図

【図4】 本発明の実施の形態3による光学情報記録媒体に対する記録再生方法を示す図

【図5】 本発明の実施の形態1から3による光学情報記録媒体に使用した多波長光源の構成を示す平面図

【図6】 本発明の実施の形態1から3による光学情報記録媒体に適用可能な記録再生方法のシステム構成図

【図7】 従来の光学情報記録媒体に対する記録再生方法を示す図

【図8】 従来の光学情報記録媒体に適用可能な記録再生方法のシステム構成図

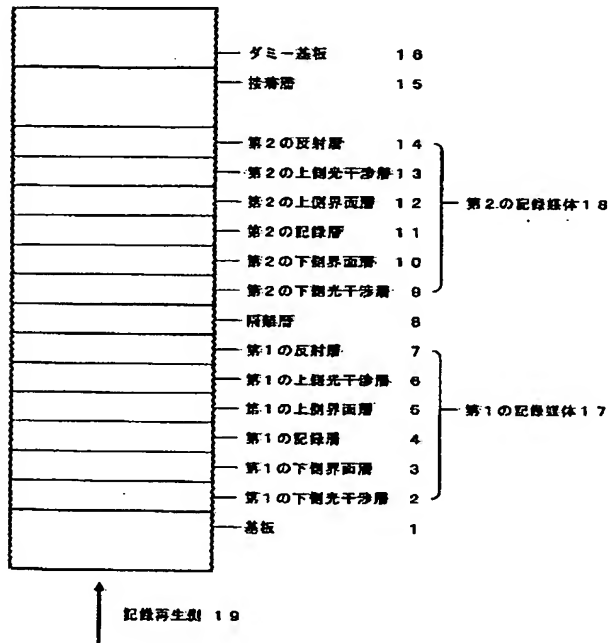
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 第1の下側光干渉層
- 3 第1の下側界面層
- 4 第1の記録層
- 5 第1の上側界面層
- 6 第1の上側光干渉層
- 7 第1の反射層
- 8 隔離層
- 9 第2の下側光干渉層
- 10 第2の下側界面層
- 11 第2の記録層
- 12 第2の上側界面層
- 13 第2の上側光干渉層
- 14 第2の反射層
- 15 接着層
- 16 ダミー基板
- 17 第1の記録媒体
- 18 第2の記録媒体
- 19 記録再生側

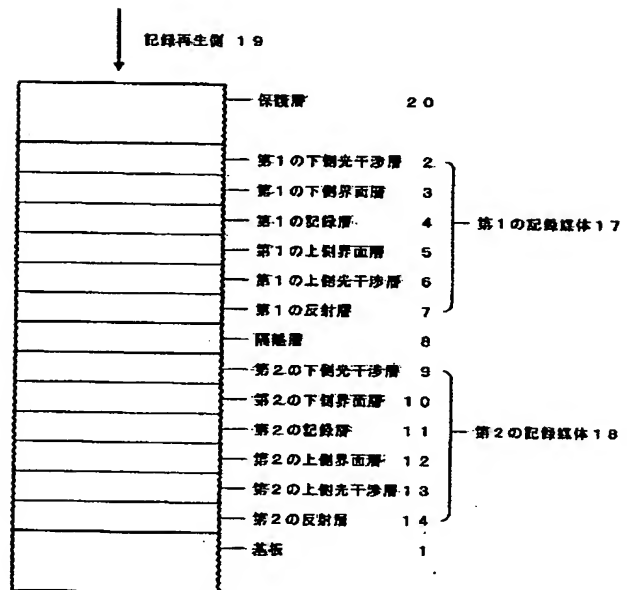
- 20 保護層
- 21 第1の基板
- 22 第2の基板
- 23 第1のレーザ光
- 24 第2のレーザ光
- 25 レーザ光
- 26 基板(第2高調波発生素子)
- 27-1、27-2 光導波路(第2高調波発生素子)
- 28-1、28-2 分極反転構造(第2高調波発生素子)
- 29-1、29-2 入射部(第2高調波発生素子)
- 30-1、30-2 半導体レーザ

- 31 出射部(第2高調波発生素子)
- 32 Y分岐導波路(第2高調波発生素子)
- 36 光学情報記録媒体
- 37 スピンドルモータ
- 38 第1の半導体レーザ
- 39 第2の半導体レーザ
- 40 対物レンズ
- 41 光学ヘッド
- 42 波長変換されたレーザ光
- 43 多波長光源
- 44 半導体レーザ

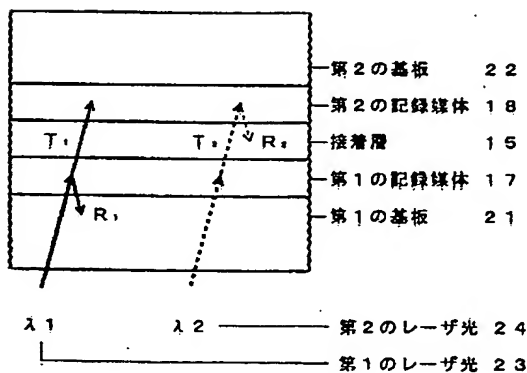
【図1】



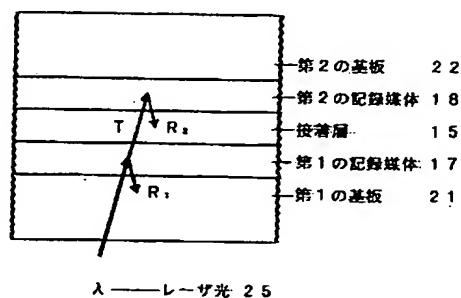
【図2】



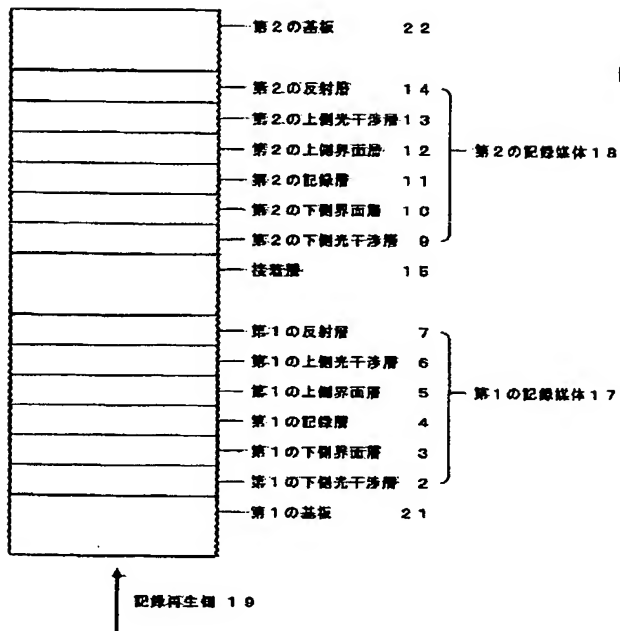
【図4】



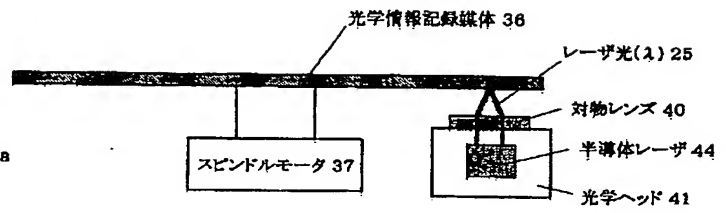
【図7】



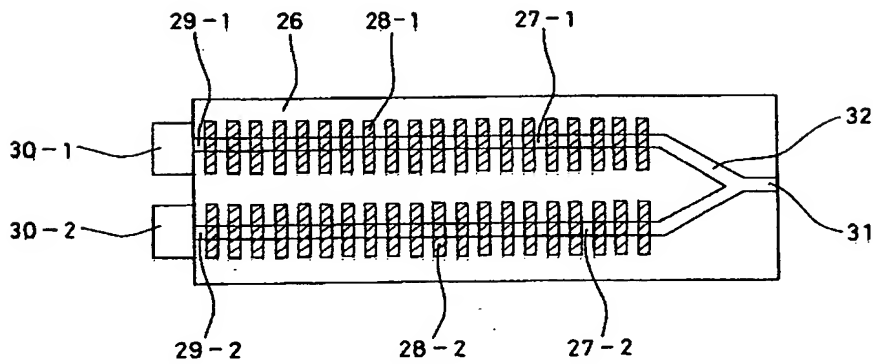
【図3】



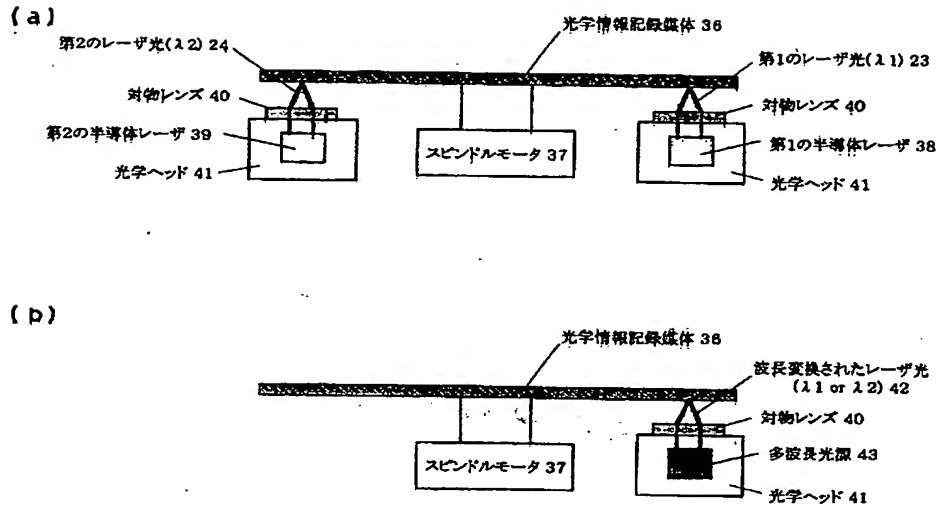
【図8】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テームコード(参考)
G 1 1 B 7/24	5 4 1	G 1 1 B 7/24	5 4 1 C
7/004		7/004	Z
7/125		7/125	A

(72) 発明者 水内 公典
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 山本 和久
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5D029 JA01 JB13 JB35 JB47 JC03
JC04 LB07 MA14 RA02 RA43
5D090 AA01 BB05 BB12 FF11 KK06
KK13 KK14
5D119 AA22 BA01 BB04 EC40 EC47
FA05 FA08

THIS PAGE BLANK (USPTO)